

TÓ ÉS FELSZÍNALATTI VÍZ KÖLCÖNHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA SZIKES KÖRNYEZETBEN, A KELEMEN-SZÉK TÓ ESETÉBEN

Simon Szilvia

Tézisfüzet



Témavezető: Mádlné Dr. Szőnyi Judit, egyetemi docens

Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Földtudományi Doktori Iskola, Földtan-Geofizika Doktori Program

Doktori iskola vezetője: Prof. Gábris Gyula

Doktori program vezetője: Prof. Monostori Miklós

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Budapest, 2010

Bevezetés

A vizes élőhelyek felszínalatti vizekkel való kapcsolatának megismerése kiemelt fontosságú, hiszen ezek a területek nagy szerepet játszanak a föld biodiverzitásának fenntartásában. Védelmük és megfelelő kezelésük kulcsa a felszínalatti vizekkel való kapcsolatuk pontos ismerete. Ez képezi alapját az EU Vízügyi Keretirányelv nedves élőhelyekre vonatkozó célkitűzései megvalósításának is. A témakör a nemzetközi kutatások érdeklődésének középpontjában áll (Winter et al., 1998; Klijn and Witte, 1999; Swancar et al., 2000; Winter et al., 2003; Schneider et al., 2004; van der Kamp and Hayashi, 2008 stb).

A Duna-völgyben elhelyezkedő Kelemen-szék tó és környezete egy olyan kulcsterület, ahol a különböző rendű áramlási rendszerek és a megcsapolódási területeikhez köthető felszíni jelenségek (szikes wetland területek) kapcsolata vizsgálható, az eredmények kiterjeszthetők az Alföld egyéb területeire és más üledékes medencékre vonatkozóan is. Mádlné Szőnyi és Tóth (2009) a Duna-Tisza közére vonatkozó regionális léptékű vizsgálata alapján a tó egy "hidraulikai ablakban" helyezkedik el, ahol az Alföld két fő felszínalatti vízrendszere egyaránt megcsapolódik: a preneogén aljzatról induló, túlnyomós, magas oldottanyag tartamú vizet szállító rendszer a tó alatt; míg a hátsági területeken beáramló, alacsony oldottanyag tartalmú gravitációsan mozgatott víz pedig tőle keletre. Ehhez a hidraulikai képhez jól illeszkedik a felszíni, É-D-i irányú szikes zóna (szikes tavak, szikes talajok és sótűrő növényzet) elhelyezkedése. Dolgozatom célja e terület részletes felmérése és a felszínalatti áramlási rendszerek valamint a szikes jelenségek és a tó kapcsolatának vizsgálata volt. A kutatás két fő szálán haladt: az első a tó és a felszínalatti víz kölcsönhatásának, valamint a kapcsolat térbeli és időbeli változásának megértésére; a második a Duna-völgyben elhelyezkedő szikes zóna só-eredetének meghatározására irányult. A tavak felszínalatti víz irányából való közelítése új módszernek tekinthető a területen. Ezzel szemben a szikesedés sóforrását illetően már a XIX. századtól kezdődően folytak kutatások (Kovács, 1960; Várallyay, 1967; Tóth, 1999; Tóth és Szendrei, 2006). A só eredetére vonatkozóan három fő elmélet látott napvilágot: (1) a sók helyben halmozódnak fel a helyi közet-víz kölcsönhatás és a bepárlódás következtében ('Sigmond, 1923; Tóth, 1999); (2) a sók a magasabban fekvő területek felől induló vízáramlások mentén, közet-víz kölcsönhatás révén keletkeznek (Scherf, 1935; Molnár és Murvai 1976; Kuti, 1977); (3) a sók részben aljzati eredetűek, az aljzati NaCl típusú víz (TDS: 2-40000 mg/l) a sekélyebb rétegek vizével keveredve túlnyomás révén jut a felszínközelségbe (Mádlné et al., 2005; Mádl-Szőnyi és Tóth, 2009). Doktori munkámban a

terület részletes vizsgálatával kerestem a választ a sóforrás eredetének tisztázására. A korábbi eredményeket figyelembe véve és a két fő kutatási vonalt követve a munka fő céljai a következők voltak:

1. A Duna-völgy és a Kelemen-szék tó környezetének beillesztése a Duna-Tisza közére ismert áramlási képbe.
2. A tóra vonatkozóan a felszínalatti vizek mennyiségi és minőségi befolyásoló szerepének meghatározása.
3. A tó és felszínalatti víz kölcsönhatás térbeli és időbeli változásainak felmérése.
4. A Duna-völgyi szikes zóna sóeredetének meghatározása.
5. Azon hidrogeológiai körülmények meghatározása, melyek felelősek lehetnek a területen kialakult kiterjedt szikesedésért, szemben a Duna-Tisza-köze más területein megfigyelhető "foltossággal".

Alkalmazott módszerek

A kitűzött célok megvalósításához integrált megközelítést alkalmaztam, több tudományterületet felölelő módszerek alkalmazásával. A vizsgálatok elsősorban a tó környezetében kutatási céljaim érdekében kialakított megfigyelőrendszer adatain alapultak. A tóban és környezetében szisztematikus vízszint mérések, a helyszínen kialakított meteorológiai állomáson meteorológia mérések, valamint vízminták és üledékminták begyűjtése történt. A vízszintmérések eredményei alapján részletes hidraulikai feldolgozás készült a tó környezetére, a tó és felszínalatti áramlási rendszerek kapcsolatának megértése érdekében. A tóval kapcsolatban álló felszínalatti víz mennyiségének meghatározása, valamint a tó vizét jelentősen befolyásoló és a szikesedésért is felelős párolgás szerepének megbecsülése érdekében párolgás számítását és vízmérleg felállítását végeztem el.

A szikesedés sóforrásának meghatározása érdekében számos vizsgálati módszert alkalmaztam az aljzattól egészen a felszínig. Az aljzattól induló sós víz lehetséges útvonalainak tisztázása érdekében szeizmikus szelvényeket értelmeztem. Ezt követően a különböző összetételű felszínalatti vizek lehatárolása érdekében archív kémiai adatok többváltozós adatelemzését végeztem el az aljzattól a felszínig terjedően. A tó környezetében a sós felszínalatti víz elterjedésének kimutatására geofizikai módszereket alkalmaztam. A felszíni szikesedés vizsgálata során vízkémiai, izotópkémiai, üledék és ásványtani adatokat dolgoztam fel.

Tézisek

1. Az elvégzett részletes hidraulikai vizsgálatok lokális léptékben rámutattak arra, hogy a Kelemen-szék tó és környezete egy ÉNy-DK irányú átáramlási zónában található, melyet maximum 20 m behatolási mélységű áramlások alakítanak ki. Ezt a képet tovább árnyalják a lokális talajvízdomborzat különbségek és a köztes csatornák által keltett áramlások. A kút- és talajvízszint adatok alapján a felső 20 m-es zónában szublokális (5 m mélységig) és lokális áramlási rendszerek (20 m mélységig) különíthetők el. A lokális áramlási rendszerek beáramlási területe a területtől ÉNy-ra fekvő magaslat lehet, megcsapolója pedig a Duna-völgyi-főcsatorna. Ezt támasztják alá Kuti és Körössy (1989) a területről készült talajvízszint térképei is. A tó Ny-i oldalán húzódó Kiskunsági-főcsatorna szűk környezetében szintén megemeli a talajvíztükör szintjét, szublokális áramlásokat generálva a tó irányába. Megállapítható tehát, hogy a területen a felszínközeli áramlási viszonyok modulálják a regionális léptékben megmutatkozó feláramlást.
2. A részletes hidraulikai feldolgozás alapján a tó K-i oldalán húzódó Duna-völgyi-főcsatorna és annak Ny-i előtere hidraulikai szempontból kiemelt jelentőségű, mivel a lokális áramlások megcsapolódási zónáját jelenti. Emellett, a korábbi hidraulikai feldolgozások (Mádl-Szőnyi és Tóth, 2009) eredményeit figyelembe véve elmondható, hogy az aljzat és a hátság irányából érkező magasabb rendű áramlási rendszerek megcsapolódásának határvonala szintén a csatorna vonalában és annak előterében található. Ez látszólag ellentmond a domborzati viszonyoknak, hiszen a helyi térfelszíni depresszió a szikes tavak zónájában húzódik. A területen történt vízrendezési munkálatok és a tó állapotának változásait figyelembe véve azonban megállapítható, hogy a jelen elrendeződés a mesterséges beavatkozások, a csatorna építés hatását mutatja, mely a természetes megcsapolódási zónát keletre, a Duna-völgyi-főcsatorna környezetére tolta el.
3. Megállapítható, hogy a Kelemen-szék tó a talajvíztükör ÉNy-DK irányú lejtése következtében átáramlási hidraulikai helyzetben található. ÉNy-i irányból folyamatos vízutánpótlódást kap, míg a többi oldalán vizet veszít. Ez az általános kép a következőképpen árnyalható: Ny-ÉNy-i felől állandó hozzáfolyást nyújtanak a helyi talajvíztükör szintkülönbségei és a Kiskunsági-főcsatorna által keltett szublokális áramlások (2-5 m mélységből), valamint az időszakosan nagyobb mélységből (5-10 m)

érkező lokális áramlások. Ezzel szemben a tó a K-i oldalán, a talajvíztükör lejtése irányában folyamatosan vizet ad le. A tó alatt, 10-20 m mélységig egy állandó ÉNy-DK irányú átáramlás figyelhető meg. Ezen helyi mérésekkel alátámasztott áramlási kép igazolja, hogy a magasabb rendű áramlási rendszerek, a túlnyomásos és gravitációs rendszerek vizei közvetlenül nem csapolódnak meg a tóban és annak környezetében. Azaz mennyiségileg nem befolyásolják a tó vízmérlegét. A tó körül ugyanis egy zárt áramlási cella található (lokális és szublokális rendszerekkel), melyet az aljzat felől érkező áramlások hidraulikusan alátámasztanak és amely kelet felé a gravitációs rendszerek vizével határos.

4. A Kelemen-szék tó és a felszínalatti vizek dinamikus kölcsönhatásban állnak egymással. A köztük fennálló áramlási irányok 10 m-es mélységig évszakos változást mutatnak, a meteorológiai viszonyoktól függően. Tavasszal, magas talajvíztükörszint esetén a tó minden irányból vizet kap, és csak keleti irányban veszít vizet a lokális áramlások irányában. A csapadék hatására a keleti oldalon kialakuló talajvízdombok sekély mélységben ellentétes irányú áramlásokat keltenek a tó irányába. Ebben a helyzetben az áramlási rendszerek fő megcsapolója a Duna-völgyi-főcsatorna. Ez a helyzet megőrződik kora nyárig, amikor a csökkenő talajvízszintekkel párhuzamosan a tóból való kiáramlás szerepe növekszik. Késő nyáron és ősszel a talajvízszint további csökkenése következtében a kiáramlás válik uralkodóvá. A tó csak a szublokális rendszerek vizéből utánpótlódik és teljes felülete mentén vizet veszít. A helyi áramlási és a fő megcsapolódási pont a Duna-völgyi-főcsatorna előterébe tolódik. Hosszú szárazság idején a talajvízszint fokozatos csökkenése következtében a tó kiszárad. A vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a tó egy talajvíztükör típusú tó, mely a talajvízszintek ingadozása által nagy mértékben befolyásolt. Csak akkor töltődik fel vízzel, ha a talajvíztükör a felszín fölé emelkedik.
5. A vízmérleg egyenlet számítás alapján a tó vízmérlegét a párolgás ($0,4 - 5,7$ mm/nap) és a csapadék ($0,03 - 3,5$ mm/nap) határozza meg, míg a felszínalatti víz (a nettó felszínalatti víz mennyisége: $\pm 0,06 - \pm 3,2$ mm/nap, error: 10-90%) vízhozáfolyásban és vízleadásban egyaránt jelentkezhet. A felszínalatti víz hozzájárulás mennyiségének és irányának évszakos változása egybevághat a hidraulikai vizsgálatokban tapasztaltakkal. A tóhoz való hozzá- és elfolyás éves szinten kiegyenlíti egymást. Az eredmények alapján a Kelemen-szék tó, mint talajvíztükör típusú tó, a talajvíztükör szintjének ingadozása által befolyásolt, amit a párolgás jelentősen befolyásol. A felszínalatti víz a csapadékkal egyenlő nagyságrendet mutat, azonban számottevő különbség, hogy táplálóként és

fogyasztóként egyaránt szerepelhet, így a szerepe éves viszonylatban másodlagos. A hidraulikai számítások alapján meghatározott, tóval kapcsolatban álló nettó felszínalatti vízmennyiség minden esetben a tóból való eláramlást mutat. Ez az eredmény a sekély mélységből való vízutánpótlás figyelmen kívül hagyásából eredhet. A tóba való hozzáfolyás abszolút mérésével, azaz felszivárgásmérő alkalmazásával meghatározott felszínalatti vízkomponens egy nagyságrenddel kisebb értéket mutat, mint a hidraulikai mérések eredménye. Ez a feláramlásban mutatkozó helyi különbségekre világít rá.

6. A területen végzett szeizmikus értelmezés során az aljzattól a kvarter rétegekig terjedő tektonikai elemeket, virágszerkezeteket sikertült lehatárolni, melyek utat biztosíthatnak a mélységi víz felszín közelébe jutásához. Az aljzati túlnyomás, az aljzat sekély mélysége (600-1000 m), és a lehatárolt vetők együttesen rövidzáras vízcserélő kapcsolatot létesítenek az aljzat és a Nagyalföldi Vízáadó réteg között. Így az aljzati NaCl- os víz csekély mennyiségben a neogén és kvarter rétegek NaHCO_3 -os vizéhez keveredve emelkedik a felszínig a túlnyomás és a gravitációs hajtóerő együttes hatására, felszíni kiterjedt szikesedést okozva.
7. A térfelszín magasságkülönbségei által mozgatott rendszer édesvize és az aljzattól induló sós víz térbeli eloszlásának lehatárolására kémiai és geofizikai módszereket alkalmaztam. Az aljzattól a felszínig terjedő archív kémiai adatok többváltozós adatelemzéssel elkülönített csoportjai, illetve eltérő kloridtartalmuk kijelöli a két áramlási rendszer hidraulikailag meghatározott uralkodó területeit. A vizsgálatok emellett egyértelműen igazolták a korábbi eredményeket, miszerint az aljzat NaCl-os vize összetételében teljesen elkülönül a neogén üledékek vizétől (Rónai, 1965; Erdélyi, 1989; Mádl-Szőnyi és Tóth, 2009). A tó alatt az aljzattól egészen a felszínig magas Na^+ , Cl^- és HCO_3^- (Cl^- : ~200-800 mg/l, Na^+ : ~350-1000 mg/l és HCO_3^- : ~1200-2000 mg/l) tartalmú vizek uralkodóak, míg kelet felé a Ca^{2+} -ban gazdagabb kisebb oldott anyag tartalmú víz válik uralkodóvá (~70-175 mg/l). A felszíni geofizikai vizsgálatok ugyanezt az eloszlást mutatták a pórusok kitöltő folyadék ellenállásmérésén alapulva. A felszín közeli vizek fűcieseloszlása szintén elkülönül a hidraulikailag kijelölt határ felszíni metszete mentén, Ny-ról K-re haladva a NaHCO_3 -Cl-os összetételből $\text{Ca}-(\text{HCO}_3)_2$ -ossá válva.
8. A sós és édesvíz határán detektált felület nem egy éles határvonal, hanem egy átmeneti zóna, amit a kémiai összetétel folyamatos átmenete rajzol ki. Ezt bizonyítják – az aljzattól a felszínig – az archív kutak kémiai összetétele által kialakított csoportok és azok Cl^- tartalmának átmeneti változása. A geofizikai mérések során kijelölt 30 Ωm -es ellenállással jellemezhető 1-3 km széles átmeneti zóna, a Ca^{2+} fokozatos növekedésével

és a $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -os fáciesű víz uralkodóvá válásával a tótól keletre átvált a gravitációsan mozgatott rendszer vizeibe. Ez az átmenet arra utal, hogy a két rendszer határfelületén a keveredés és a diffúzió a fő meghatározó folyamat.

9. Stabilizotóp ($\delta^{18}\text{O}$ és δD) és ^{14}C mérések igazolták, hogy a feláramló sós víz a tó alatt (180 m mélységben) és a hátság alatt (355m mélységben) pleisztocén korú, a jelenkori csapadékvízhez közeli izotópos összetételű. Ezek az eredmények egyértelműen alátámasztják, hogy az aljzati NaCl -os komponens csak mintegy nyomként jelenik a területen feláramló $\text{Na}(\text{HCO}_3)_3$ -os vizekben, azonban szignifikánsan meghatározza annak összetételét, extra Cl^- -ot szolgáltatva.
10. Az aljzati (NaCl) és medencekitöltés (NaHCO_3) eredetű sós vizek felfelé áramló együttesének megcsapolódását a tó környezetében a tó keleti oldalán elhelyezkedő megfigyelő kutak (O4, O5) a feláramló sós vizet reprezentáló izsáki referencia kúthoz hasonló főelem, nyomelem és stabil izotópos összetétele egyaránt igazolja. A megcsapolódás központját az előbb említett kutak által 10 és 20 m-es mélységben meghatározott legnagyobb TDS és Cl^- tartalom (TDS: 4150 – 4986 mg/l, Cl^- : 508 – 677 mg/l) jelzi. Ez a megcsapolódó víz sóforrást biztosít a felszíni szikesedéshez. Sótartalmát a párolgás még tovább növeli, főként a tó É-D irányú középső zónájában. A tótól K-re a vizek növekedő Ca^{2+} és Mg^{2+} tartalma a gravitációs áramlási rendszer édesvizének hatását jelzi. A tó nyugati oldalán tapasztalható alacsonyabb TDS és Cl^- értékek (O1 és O2 kutakban) a lokális áramlás hatását jelzik, melyet a hidraulikai vizsgálatok is kimutattak. A stabilizotóp értékek alapján a tó vizében mindkét típusú víz jelen van.
11. A tó körüli vízkémiai mintázat időbeli változatlansága (a legfelső 20 m-re vonatkozóan) a feláramló sós víz és a K felől megcsapolódó garvitációs édesvíz állandó hatását igazolja. A hidraulikai vizsgálatok alapján a tó a legfelső 20 m-es mélységtartományban megjelenő lokális áramlási rendszerekkel áll kapcsolatban. Az aljzati és medencekitöltés eredetű, magas sótartalmú víz mennyiségileg nem befolyásolja a tavat és a környező wetland területet. Hatása a hidraulikus alátámasztás révén a diffúzió útján a lokális rendszerbe jutó sótartalom révén nyilvánul meg. Így a tóban és annak környezetében minőségileg érvényesül hatása, egyértelműen meghatározza a felszíni szikesedés kialakulását és elterjedését. A sótartalom a tó körüli lokális áramlási rendszerek útján jut a felszínre.
12. A tóüledék és a felszín közeli üledékek ásványtani vizsgálata igazolta, hogy a magas oldott anyag tartalmú víz a tó környezetében nem származhat az édesvíz és az üledék kölcsönhatásából. A tó körüli felszínalatti víz Cl^- tartalma (404 – 676 mg/l) szintén nem magyarázható meg a sekély mélységben zajló üledék-víz kölcsönhatással, mivel az

üledékek ásványos összetétele nem jelent Cl^- forrást. A hátsági területek édesvízzel kitöltött felszínközeli üledékeinek, valamint a tó környezetében található felszínközeli üledékek kicserélhető kationtartalma közel megegyezik. Ezáltal a kialakult magas oldott anyagtartalmú, Na^+ dús vizek sem a helyi áramlási pályák mentén zajló kationcsere folyamatok következményei.

Összefoglalásként elmondható, hogy a Kelemen-szék tó egy regionális kiáramlási területen fekszik, melyet egy – egy Duna-völgyi lokális magaslat és a Duna-völgyi-főcsatorna között kialakuló – lokális áramlási rendszer ír felül. A szikesedés sóforrása a területen az aljzatból és a medencekitöltésből feláramló sós víz. A feláramló sós víz a tó vízmérlegét mennyiségileg nem befolyásolja, de a lokális rendszerbe történő diffúziója révén állandó kémiai mintázatot alakít ki a tóban és környezetében, amely nem tulajdonítható a helyi folyamatok és áramlási rendszerek eredményének.

Irodalomjegyzék

- Erdélyi Á (1989) A Duna-Tisza közti mezozoós képződmények vizeinek vizsgálata. Földtani Kutatás, XXXII(4): 49-56.
- Klijn F and Witte JPM (1999) Eco-hydrology: Groundwater flow and site factors in plant ecology. Hydrogeology Journal, 7: 65-77.
- Kovács Gy (1960) A szikesedés és a talajvízháztartás kapcsolata. Hidrológiai Közöny, 40(2): 131-139.
- Kuti L (1977) Az agrogeológiai problémák és a talajvíz kapcsolata az Izsáki térképlap területén. In: Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1977. évről, Budapest: 121-130.
- Kuti L and Körössy L (1989) Az Alföld Földtani Atlasza: Dunaújváros-Izsák [The geological atlas of the Hungarian Great Plain: Dunaújváros-Izsák] Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest
- Mádlné Szőnyi J, Simon Sz, Tóth J, and Pogácsás Gy (2005) Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna-Tisza közti Kelemenszék és Kolon-tó esetében.. Általános Földtani Szemle, 30: 93-110.
- Mádl-Szőnyi J and Tóth J (2009) The Duna-Tisza Interfluvium Hydrogeological Type Section, Hungary. Hydrology Journal, 17: 961-980.

- Molnár B and Murvai I (1976) A Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi szikes tavainak kialakulása és földtani története. *Hidrológiai Közlöny*, 2: 67-77.
- Rónai A (1965) A felszínalatti vizek minőségének változása a mélységgel az Alföldön. *Hidrológiai Közlöny*, 9: 419-425.
- Scherf E (1935) Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajkialakulással, különösen a sziktalajképződéssel. A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése, Budapest: 265-273.
- Schneider RL, Negley, TL, Wafer C (2004) Factors influencing groundwater seepage in a large, mesotrophic lake in New York. *Journal of Hydrology*, 278: 1-16.
- Sigmond E (1923) A hidrológiai viszonyok szerepe a szikesek képződésében. *Hidrológiai Közlöny*, 3(1): 5-9.
- Swancar A, Lee TM, and O'Hare TM (2000) Hydrogeologic Setting, Water Budget, and Preliminary Analysis of Ground-Water Exchange at Lake Starr, a Seepage Lake in Polk County, Florida. USGS Water-Resources Investigations Report 00-4030: 65 p.
- Tóth T (1999) Dynamics of salt accumulation in salt-affected soils. In: Kovács-Láng E, Molnár Gy, Kröel-Dulay S, Barabás (eds) Long Term Ecological Research in the Kiskunság, Hungary. KISKUN LTER. Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót 1-64.
- Tóth T and Szendrei G (2006) A hazai szikes talajok és a szikesedés, valamint a sófelhalmozódás folyamatok rövid jellemzése. *Topographia Mineralogica Hungariae*, IX: 7-20.
- van der Kamp G and Hayashi M (2008) Groundwater-wetland ecosystem interaction in the semiarid glaciated plains of North America. *Hydrogeology Journal*, 17: 203-214.
- Várallyay Gy (1967) A dunavölgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai [Salinization processes of the Duna-valley soils]. *Agrokémia- és Talajtan*, 16(3): 327-349.
- Winter TC, Harvey JW, Franke, OL, and Alley WM (1998) Groundwater and surface water. A single resource. USGS Circular 1139, VI-VII: 79 pp.
- Winter TC, Buso D, Rosenberry D, Likens G, Sturrock A, and Mau D (2003) Evaporation determined by the energy-budget method for Mirror Lake, New Hampshire. *Limnology and Oceanography*, 48(3): 995-1009.

A szerző publikációi

Folyóiratok

- Mádlné Szőnyi J, **Simon Sz**, Tóth J, and Pogácsás Gy (2005) Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna-Tisza közi Kelemenszék és Kolon-tó esetében. [Interrelationship between surface and subsurface waters at the Kelemenszék and Kolon Lakes, Duna-Tisza Interfluvium, Hungary]. *Általános Földtani Szemle*, 30: 93-110.
- Simon Sz**, Mádlné Szőnyi J, Müller, I, and Zsemle F (2009) Geophysical and chemical identification of near-surface saline water, Lake Kelemenszék Area. *Central European Geology*, 51(3): 219-230.
- Simon, Sz**, Mádlné Szőnyi J, Müller I, and Pogácsás Gy. Conceptual model for surface salinization in an overpressured and a superimposed gravity flow field, Lake Kelemenszék area, Hungary. *Hydrogeology Journal*, elfogadásra béküldve.
- Weidinger T, Bordás Á, **Simon Sz**, and Mádlné Szőnyi J (2009) Uncertainties in the estimation of a shallow lake water budget. In: Mihailovic DT and Miloradov M (eds) *Environmental, health and humanity issues in the Down Danubian Region: multidisciplinary approaches*. World Scientific, New York, Singapore 392: 265-276.

Bóvített konferencia absztraktok

- Simon Sz**, Nyúl K (2004) Local and in situ scale of the interaction between lake-water and groundwater in the Duna-Tisza Interfluvium area (Hungary). *Proceedings on CD (ISBN 970-32-1749-4) of the „Groundwater flow understanding from local to regional scales” XXXIII. IAH and 7. ALHSUD Congress, 11-15 October 2004, Zacatecas, Mexico*, 4 p.
- Simon Sz** (2007) Near surface hydraulic and geophysical detection of depth-sourced saline water, Duna-Tisza Interfluvium. In Ribeiro L, Chambel A, Condesso de Melo MT (eds): *Proceedings on CD (ISBN 978-989-95297-3-1) of the XXXV. Congress of International Association of Hydrogeologists, 17-21 September 2007, Lisbon, Portugal*, 6 p.